

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is
a true copy of the following application as
filed with this Office.

Date of Application : September 24, 2002

Application Number: Japanese Patent Application
No. 2002-276870

[ST.10/C]: [JP2002-276870]

Applicant(s) : KABUSHIKI KAISHA TOPCON

August 29, 2003

Commissioner,

Japan Patent Office

Yasuo IMAI

Certificate No.2003-3070724

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 2 4 日
Date of Application:

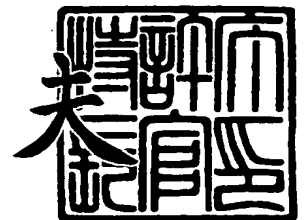
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 7 6 8 7 0
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 7 6 8 7 0]

出 願 人 株 式 会 社 ト プ コ ン
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 2 9 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 7 0 7 2 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 15744

【提出日】 平成14年 9月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 21/89
G01B 11/30

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号株式会社トプコン内

 【氏名】 岩 陽一郎

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号株式会社トプコン内

 【氏名】 関根 明彦

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号株式会社トプコン内

 【氏名】 宮川 一宏

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号株式会社トプコン内

 【氏名】 磯崎 久

【特許出願人】

 【識別番号】 000220343

 【氏名又は名称】 株式会社トプコン

【代理人】

 【識別番号】 100082670

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 西脇 民雄

【選任した代理人】

 【識別番号】 100114454

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 西村 公芳

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007995

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712239

【包括委任状番号】 0011707

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ光源装置及びこれを用いた表面検査装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一の半導体レーザから出射されたレーザ光を集光する一の集光光学系と、他の半導体レーザから出射されたレーザ光を集光する他の集光光学系と、一の集光光学系により集光されたレーザ光と他の集光光学系により集光されたレーザ光とを 1 個の導光手段の入射端面に集束入射させる集束光学系とから光源ユニットが構成されているレーザ光源装置。

【請求項 2】 複数個の光源ユニットのうちの一の光学ユニットの導光手段の出射端面から出射されたレーザ光を集光する一の集光光学系と、他の光学ユニットの導光手段の出射端面から出射されたレーザ光を集光する他の集光光学系と、一の集光光学系により集光されたレーザ光と他の導光手段により集光されたレーザ光とを 1 個の導光手段の入射端面に集束入射させる集束光学系とから集束ユニットが構成されている請求項 1 に記載のレーザ光源装置。

【請求項 3】 前記集束ユニットが複数個設けられ、該複数個の集束ユニットの各導光手段の各出射端面から出射されたレーザ光をそれぞれ集光する集光光学系と、該各集光光学系により集光されたレーザ光を集束させて 1 個の導光手段の入射端面に集束入射させる集束光学系とを備えている請求項 2 に記載のレーザ光源装置。

【請求項 4】 前記集光光学系がコリメートレンズ系である請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載のレーザ光源装置。

【請求項 5】 前記一の集光光学系と前記他の集光光学系とは前記集束光学系の光軸を中心として略対称位置に設けられている請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載のレーザ光源装置。

【請求項 6】 前記導光手段が光ファイバーであり、該光ファイバーの入射端面が前記集束光学系の焦点位置に設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載のレーザ光源装置。

【請求項 7】 請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載のレーザ光源装置を用いた表面検査装置。

【発明の詳細な説明】**【0 0 0 1】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、短波長でかつ出力パワーの低いレーザダイオードを使用して所望のパワーに高めることのできるレーザ光源装置、そのレーザ光源装置を用いた表面検査装置に関するものである。

【0 0 0 2】**【従来の技術】**

従来から、表面検査装置には、レーザを光源装置の光源に使用しているものが知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0 0 0 3】

また、複数のレーザを光源として用い、照明むらを除去するために、スポット光の一部を重なり合わせるようにしたものも知られている（例えば、特許文献 2 参照。）。

【0 0 0 4】

更に、光源からの光を光ファイバー（導光手段）の入射端面に入射させ、他端面から出射させて、被検査面を照明するようにしたものも知られている（例えば、特許文献 3 参照。）。

【0 0 0 5】**【特許文献 1】**

特開 2 0 0 1 - 2 3 5 4 2 9 号公報（第（4）頁左欄段落 0 0 2 5、図 1）

【特許文献 2】

特開平 7 - 2 4 3 9 8 8 号公報（第 2 頁右欄段落 0 0 1 1、図 1）

【特許文献 3】

特開平 4 - 2 5 9 8 5 0 号公報（第 2 頁、図 1）

【0 0 0 6】**【発明が解決しようとする課題】**

ところで、近年、低消費電力、省スペース化、メンテナンスの容易性の観点から、半導体レーザ（レーザダイオード）LD がレーザ光源装置の光源として用い

られつつある。また、表面検査装置の分解能を向上させる観点から、短波長の半導体レーザLDを用いることが望まれている。

【0007】

例えば、従来の表面検査装置では、波長515nm、出力パワー75mWで直径55nmの異物（粒子）の検出が可能であるが、光源以外の光学系をそのままとする条件下で、これよりも直径の小さい異物、例えば、直径30nmの異物を検査するものとするとしたとき、散乱光の強度は粒子サイズの6乗に比例しかつ波長の4乗に反比例ししかも入射パワーに比例することから、入射可能なレーザの波長と出力パワーとの関係を予想すると、波長488nmで必要とする出力パワーは2296mW（ミリワット）、波長405nmで必要とする出力パワーは1089mW（ミリワット）、波長355nmで必要とする出力パワーは643mW（ミリワット）、波長325nmで必要とする出力パワーは452mW（ミリワット）、波長266nmで必要とする出力パワーは203mW（ミリワット）、波長257nmで必要とする出力パワーは177mW（ミリワット）であり、要求される出力パワーも小さなものとなるが、極端に波長の短いレーザを用いるものとする、表面検査装置の光源装置に使用する光学材料を大幅に変更しなければならない。この光学材料を変更せず、消費電力を抑えるものとして、波長405nmの半導体レーザが有用であるが、この半導体レーザの出力パワーは30mWしかない。

【0008】

本発明は、上記の事情に鑑みて為されたもので、その目的とするところは、短波長でかつ出力パワーの小さい半導体レーザを用いた場合でも所望の大きいパワーを得ることのできる光源装置及びその光源装置を用いた表面検査装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、一の半導体レーザから出射されたレーザ光を集光する一の集光光学系と、他の半導体レーザから出射されたレーザ光を集光する他の集光光学系と、一の集光光学系により集光されたレーザ光と他の集光光学系によ

り集光されたレーザ光とを 1 個の導光手段の入射端面に集束入射させる集束光学系とから光源ユニットが構成されているレーザ光源装置である。

【0010】

請求項 2 に記載の発明は、複数個の光源ユニットのうちの一の光源ユニットの導光手段の出射端面から出射されたレーザ光を集光する一の集光光学系と、他の導光手段の出射端面から出射されたレーザ光を集光する他の集光光学系と、一の集光光学系により集光されたレーザ光と他の集光光学系により集光されたレーザ光とを 1 個の導光手段の入射端面に集束入射させる集束光学系とから集束ユニットが構成されている請求項 1 に記載のレーザ光源装置である。

【0011】

請求項 3 に記載の発明は、前記集束ユニットが複数個設けられ、該複数個の集束ユニットの各導光手段の各出射端面から出射されたレーザ光をそれぞれ集光する集光光学系と、該各集光光学系により集光されたレーザ光を集束させて 1 個の導光手段の入射端面に集束入射させる集束光学系とを備えている請求項 2 に記載のレーザ光源装置である。

【0012】

請求項 4 に記載の発明は、前記集光光学系がコリメートレンズ系である請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載のレーザ光源装置である。

【0013】

請求項 5 に記載の発明は、前記一の集光光学系と前記他の集光光学系とは前記集束光学系の光軸を中心として略対称位置に設けられている請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載のレーザ光源装置である。

【0014】

請求項 6 に記載の発明は、前記導光手段が光ファイバーであり、該光ファイバーの入射端面が前記集束光学系の焦点位置に設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載のレーザ光源装置である。

【0015】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載のレーザ光源装置を用いた表面検査装置である。



【0016】

【発明の実施の形態】

図1は本発明に係わるレーザ光源装置を用いた表面検査装置の光学系の概要図である。この図1において、1は表面検査装置である。この表面検査装置1は、レーザ光源装置2と、このレーザ光源装置2から出射されたレーザ光を被検査対象としての半導体ウエハ3に照射する照射光学系4と、半導体ウエハ3の表面の検査点Pからの照射光学系4により照射されたレーザ光の散乱光を第1散乱方向から受光する第1受光系5と、第1散乱方向とは異なる第2散乱方向から第2受光系6と、半導体ウエハ3を照射光学系4から出射されたレーザ光に対して相対的に直線・回転変位させる変位装置7とを有する。

【0017】

照射光学系4は、第1ミラー8、第1照射レンズ群9、第2ミラー10を有し、これらの光学系を介して検査点Pに所定の照射角度 θ で照射される。

【0018】

検査点Pに異物が存在するとき、レーザ光が所定の指向性に従って散乱される。第1受光系5は検査点Pからの散乱光を第1散乱方向から受光し、第2受光系6は検査点Pからの散乱光を第2散乱方向から受光する。第1受光系5、第2受光系6からの受光出力は、図示を略す中央演算処理システムに取り込まれ、異物の大きさ、形状、位置等が測定される。

【0019】

レーザ光源装置2は、図2に示すように、複数個の光源ユニット11を有する。各光源ユニット11は、図3に拡大して示すように、一の半導体レーザ12から出射されたレーザ光P1を集光する一の集光レンズ14と、他の半導体レーザ13から出射されたレーザ光P2を集光する他の集光レンズ15と、一の集光レンズ14により集光されたレーザ光P1と他の集光レンズ15により集光されたレーザ光P2とを1個の導光手段としての光ファイバ16の入射端面16aに集束入射させる集束レンズ（コンデンサレンズ）17とから構成されている。これら半導体レーザ12、13、集光レンズ13、14、集束レンズ17は筐体11Aの内部にセットされる。

【0020】

その半導体レーザ12と半導体レーザ13とは短波長のレーザ光、例えば、紫色のレーザ光（波長405 nm）を出射するものが用いられ、その波長及び出力パワーは大略同一である。

【0021】

この発明の実施の形態では、集光レンズ14、15は半導体レーザ12、13から出射されたレーザ光P1、P2をコリメートする役割を果たし、半導体レーザ12、13の発光点はその集光レンズ14、15の焦点位置f1に設けられている。

【0022】

半導体レーザ12、集光レンズ14と半導体レーザ13、集光レンズ15とは集束レンズ17の光軸O1を中心として略点对称位置に設けられている。この図では、光軸O1を挟んで対称位置に設けられている。光ファイバ16の入射端面16aは、集束レンズ17の焦点位置f2に設けられている。

【0023】

各光源ユニット11の各光ファイバ16は集束ユニット19に導かれている。集束ユニット19の筐体19Aの内部には一の光ファイバ16の出射端面16bから出射されたレーザ光P3を集光する一の集光レンズ20と、他の光ファイバ16の出射端面16bから出射されたレーザ光P4を集光する他の集光レンズ21と、一の集光レンズ20により集光されたレーザ光P3と他の集光レンズ21により集光されたレーザ光P4を1個の光ファイバ22の入射端面22aに集束入射させる集束レンズ23とが設けられている。

【0024】

一の集光レンズ20と他の集光レンズ21とは集束レンズ23の光軸O2を中心として略点对称位置に設けられている。これらの集束ユニット19は複数個設けられている。各集束ユニット19の各光ファイバ22は集束ユニット19'に導かれている。この集束ユニット19'は複数個の集束ユニット19の光ファイバ22の各出射端面22bから出射されたレーザ光をそれぞれ集光する集光レンズ24と、各集光レンズ24により集光されたレーザ光P5を集束させて1個の

光ファイバ 25 の入射端面 25 a に集束入射させる集束レンズ 26 とから構成されている。その集光レンズ 24、集束レンズ 26 は集束ユニット 19' の筐体 19' A の内部に設けられる。この光ファイバ 25 に入射されたレーザ光は図 4 に示すように光ファイバ 25 の出射端面 25 b から出射される。この出射端面 25 b から出射されたレーザ光が検査光として照射光学系 4 に導かれる。

【0025】

その照射光学系 4 には、光ファイバ 25 から出射されるレーザ光が楕円偏光を呈しているので、直線偏光に変換する光学素子を設けると良い。すなわち、光ファイバ 25 の出射端面 25 b から出射されたレーザ光をコリメートレンズにより平行光束に変換し、この平行光束を偏光ビームスプリッタ（図示を略す）によって P 偏光成分と S 偏光成分とに分解し、一方の偏光成分の平行光束の途中に $1/2$ 波長板（図示を略す）を設けて、この $1/2$ 波長板によりその偏光成分の偏光方向を 90 度回転させ、この偏光方向が 90 度回転された平行光束と他方の偏光成分の平行光束とを集光レンズにより合成し、直線偏光の光として半導体ウエハ 3 に収束照射させる構成とすれば良い。

【0026】

このようにレーザ光源装置 11 は、光源ユニット 11、集束ユニット 19、19' が逆カスケード的に光学接続されて、レーザ光のパワーが高められるようになっている。

【0027】

【具体的実施例】

ここでは、図 5 に示すように、1 個の光源ユニット 11 には 4 個の半導体レーザ 12 a、12 b、13 a、13 b が用いられている。各半導体レーザ 12 a、12 b、13 a、13 b は光軸 O1 を挟んで対称位置に設けられている。各光源ユニット 11 は図 7 に示すように 4 個の収束ユニット 19 にそれぞれ光学接続される。その各半導体レーザ 12 a、12 b、13 a、13 b の出力パワーは約 30 mW（ミリワット）である。これに対して、半導体ウエハ 3 の表面検査に必要とする出力パワーは、粒子径が 30 nm のものを検出するものとする、約 1 W である。

【0028】

その半導体レーザ12a、12b、13a、13bの開き角 NA_1 （図6参照）は0.45であり、集光レンズ14a、14b、15a、15bの焦点距離 f_1 は6.5mm、各集光レンズ14a、14b、15a、15bから出射されたレーザ光のビーム径 s は5.85mm、主光線間隔 H は9.1mm、集束レンズ17の光束径 Φ は14.95mm、集束レンズ17の焦点距離 f_2 は41.5mm、集束レンズ17の倍率は6.39、各ビームの集光角 θ_1 は0.07、主光線の開き角 NA_2 は0.11、集束レンズ17の全集光開き角 NA_3 は0.18、光ファイバ16の入射端面16aにおける集光ビーム径 ϕ' は10.98 μ mである。

【0029】

各光ファイバ16にはコア径50 μ m、クラッド径140 μ mのGI型光ファイバ（グレテッドインデックス型光ファイバ）が用いられる。その光ファイバ16の開口数 NA_4 は約0.2である。この開口数 NA_4 は全集光開き角 NA_3 よりも大きければ良い。

【0030】

紫色の波長の光に対するこの型式の光ファイバ16の透過率は約80%であるので、1個の光源ユニット11の光ファイバ16の出射端面16bから出射されるレーザ光の出力パワーは約96（ $30 \times 4 \times 0.8$ ）mWである。

【0031】

この光源ユニット11を4個用いてこの光源ユニット11の光ファイバ16から出射されたレーザ光を1個の集束ユニット19の光ファイバ22の入射端面22aにまとめて入射させると、その1個の集束ユニット19の光ファイバ22の出射端面22bから出射されるレーザ光の出力パワーは約307mWである。従って、この集束ユニット19を4個用いて集束ユニット19'の1個の光ファイバ25の入射端面25aに入射させ、この光ファイバ25によりレーザ光を照射光学系14に導光することにすれば、光ファイバ25の出射端面25bから出射されるレーザ光の出力パワーは982mWとなり、約1Wの出力パワーを得ることができる。

【0032】

この具体的実施例では、光源ユニット 11 が収容する半導体レーザの個数を 4 個としたが、光源ユニット 11 に収容する半導体レーザの個数は 4 に限るものではなく、2 個でも 3 個でも良く、表面検査装置 1 の空間的余裕に対応させて適宜個数とすることができ、また、集束ユニット 19 に光学接続する光源ユニット 11 の個数も 4 個に限られるものではない。

【0033】

例えば、図 8 に示すように、2 個の半導体レーザ 12、13 を有する 4 個の光源ユニット 11 に対して、1 個の収束ユニット 19 を対応させる構成としても良い。なお、その図 8 において、符号 23' はコリメートレンズである。

【0034】

この発明の実施の形態では、各光源ユニット 11 を共に同一波長を有するものとして説明したが、一の光源ユニットから出射されるレーザ光の波長と他の光源ユニットから出射されるレーザ光の波長とを異ならせる構成とすることもできる。

【0035】

このように構成すると、異なる波長のレーザ光を用いて異物の検査を行うことができる。

【0036】

また、この発明の実施の形態では、G I 型光ファイバを用いるものとして説明したが、マルチモード光ファイバである S I 型光ファイバを用いても良く、シングルモード型光ファイバを用いても良い。このシングルモード型光ファイバを用いる場合には、半導体レーザとこの光ファイバとを一对一に対応させる必要がある。また、ここでは、光ファイバのコア径を $50\mu\text{m}$ として説明したが、 $62.5\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ のものを用いても良く、光ファイバのコア径、モードはこれに限られるものではない。

【0037】

なお、発明の実施の形態では、集光レンズ、集束レンズを用いて説明したが、レンズは一枚構成に限らず、例えば、3 枚構成でも良く、この意味で、特許請求

の範囲には、集光光学系、集束光学系という用語を用いた。

【 0 0 3 8 】

【発明の効果】

請求項 1 ないし請求項 6 に記載の発明によれば、波長が短くかつパワーの小さい半導体レーザを用いてその出力パワーを大きくすることが可能なレーザ光源装置を得ることができる。

【 0 0 3 9 】

特に、要求されるパワーを光源ユニットの個数により調整できる。また、光源ユニットが故障したとき、その光源ユニットのみを交換することにより復旧できるので、修理の容易化、保守の容易化を図ることができる。

【 0 0 4 0 】

更に、段階的に集光することにより、単に出力パワーを増大させるのみならず、任意に成形が可能なレーザビームを得ることができる。

【 0 0 4 1 】

請求項 7 に記載の発明によれば、分解能の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係わる光源装置を用いた表面検査装置の光学系の概要を示す図である。

【図 2】 本発明に係わる光源装置の逆カスケード的光学的接続状態を示す図である。

【図 3】 図 2 に示す光源ユニットの拡大図である。

【図 4】 図 2 に示す最終段の集束ユニットの拡大図である。

【図 5】 本発明に係わる光源装置の光源ユニットの具体的構成例を示す説明図であって、図 6 の光源ユニットを矢印 X 方向から目視した図である。

【図 6】 本発明に係わる光源装置の光源ユニットの具体的構成例を示す説明図であって、図 5 の光源ユニットを矢印 Y 方向から目視した図である。

【図 7】 4 個の半導体レーザを含む光源ユニットを 4 個一組として 4 個一組の各集束ユニットにそれぞれ光学接続した状態を示す概念図である。

【図 8】 2 個の半導体レーザを含む光源ユニットを 4 個一組として 1 個の集束

ユニットに光学接続した状態を示す平面図である。

【符号の説明】

2 … レーザ光源装置

1 2 … 一の半導体レーザ

1 3 … 他の半導体レーザ

1 4 … 一の集光レンズ

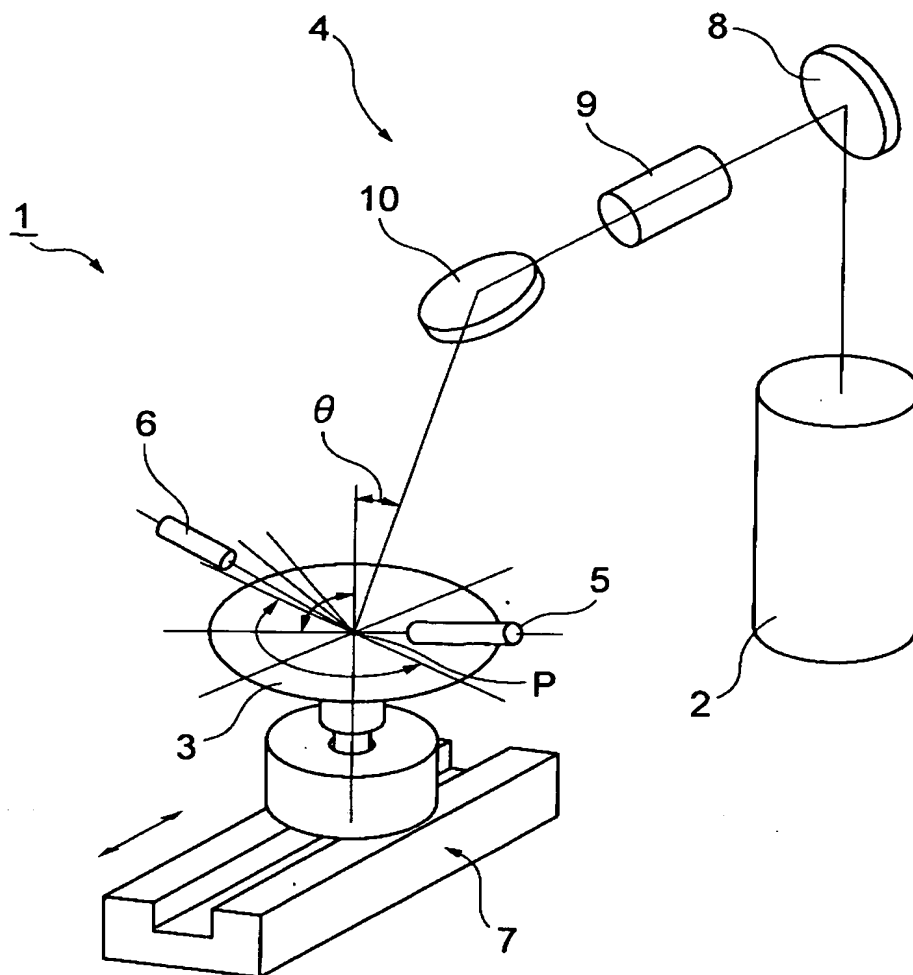
1 5 … 他の集光レンズ

1 6 … 光ファイバ（導光手段）

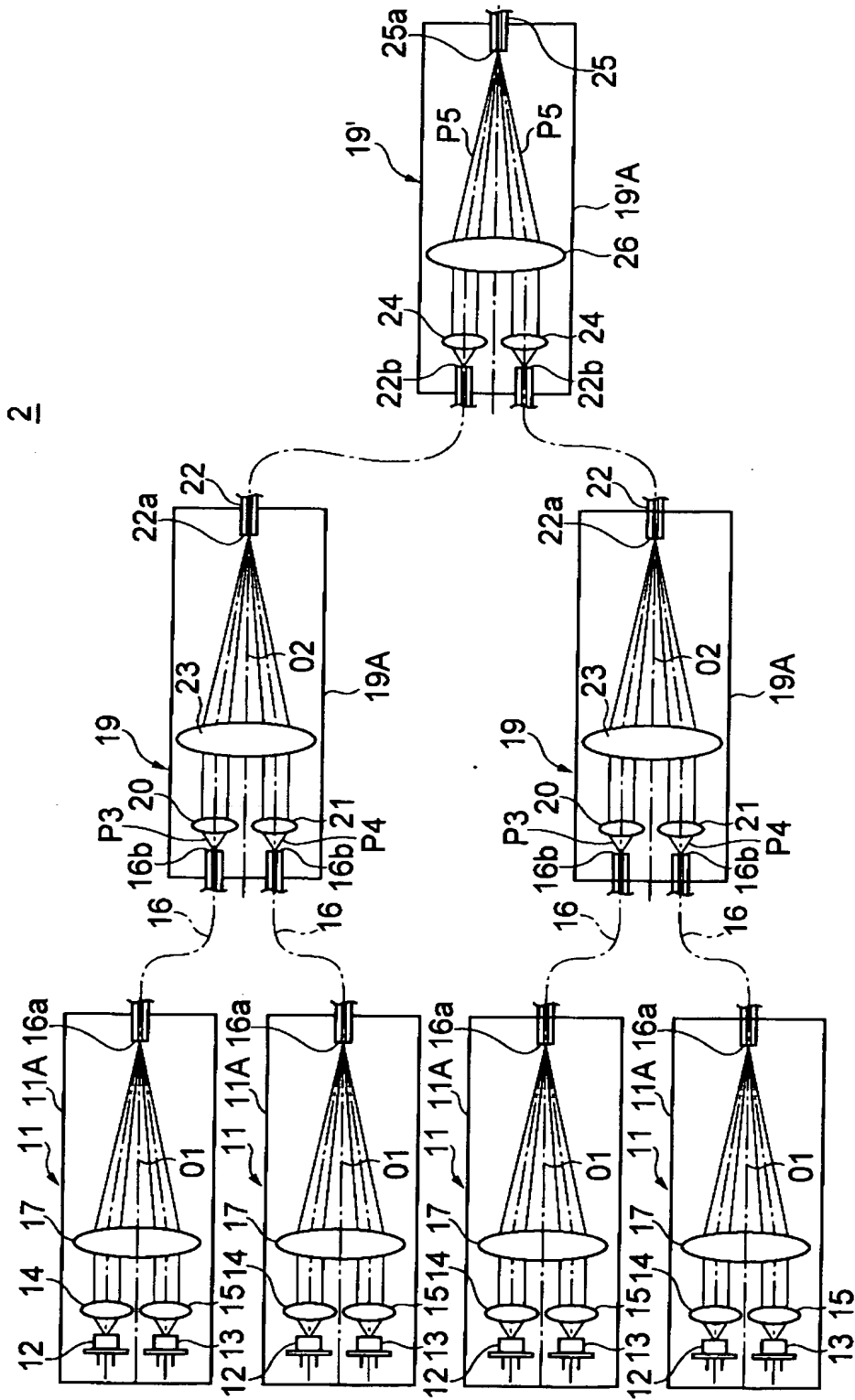
1 7 … 集束レンズ

【書類名】 図面

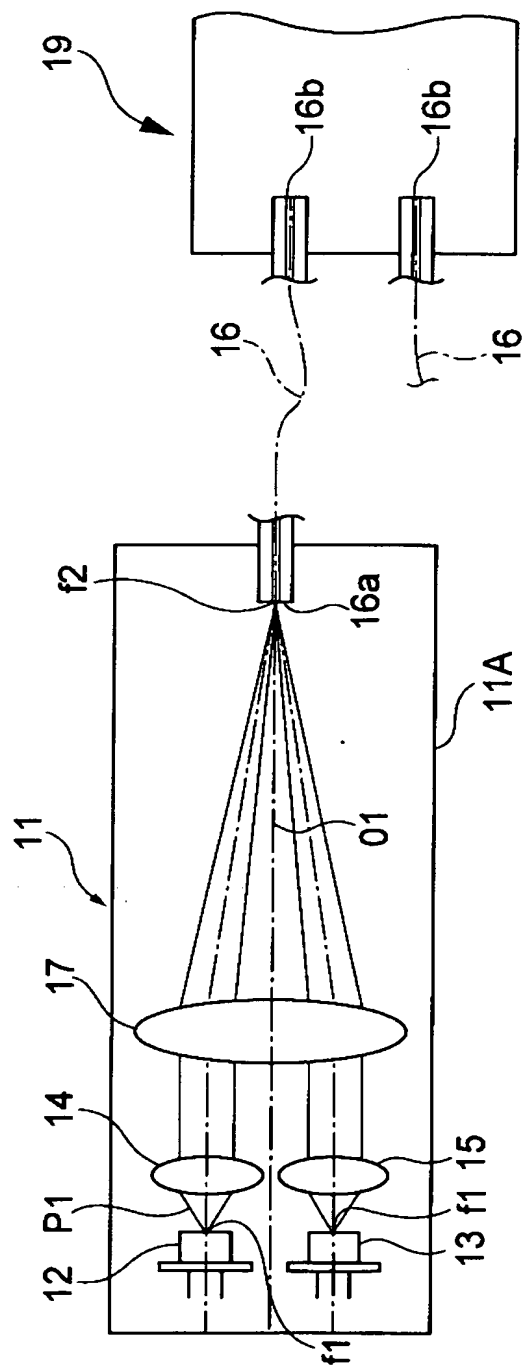
【図 1】



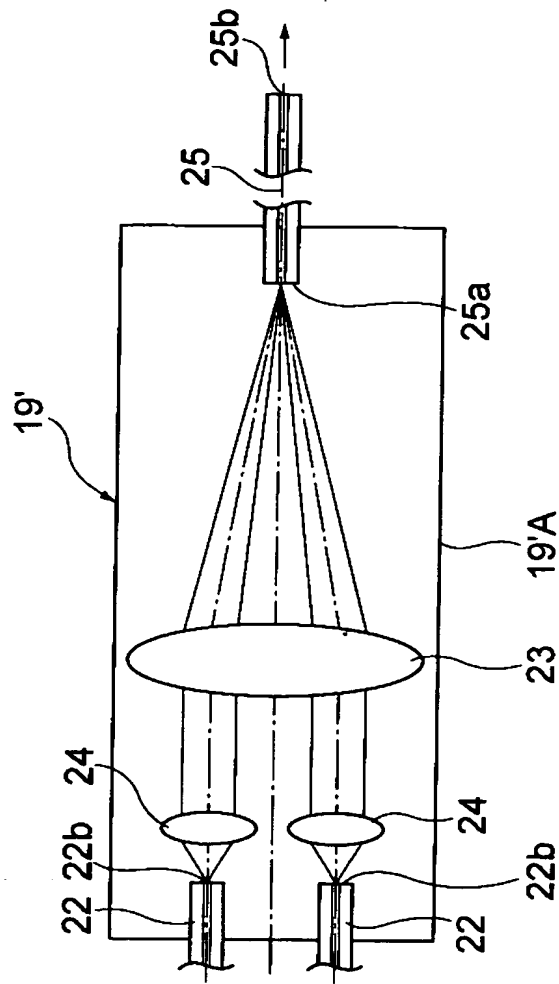
【図 2】



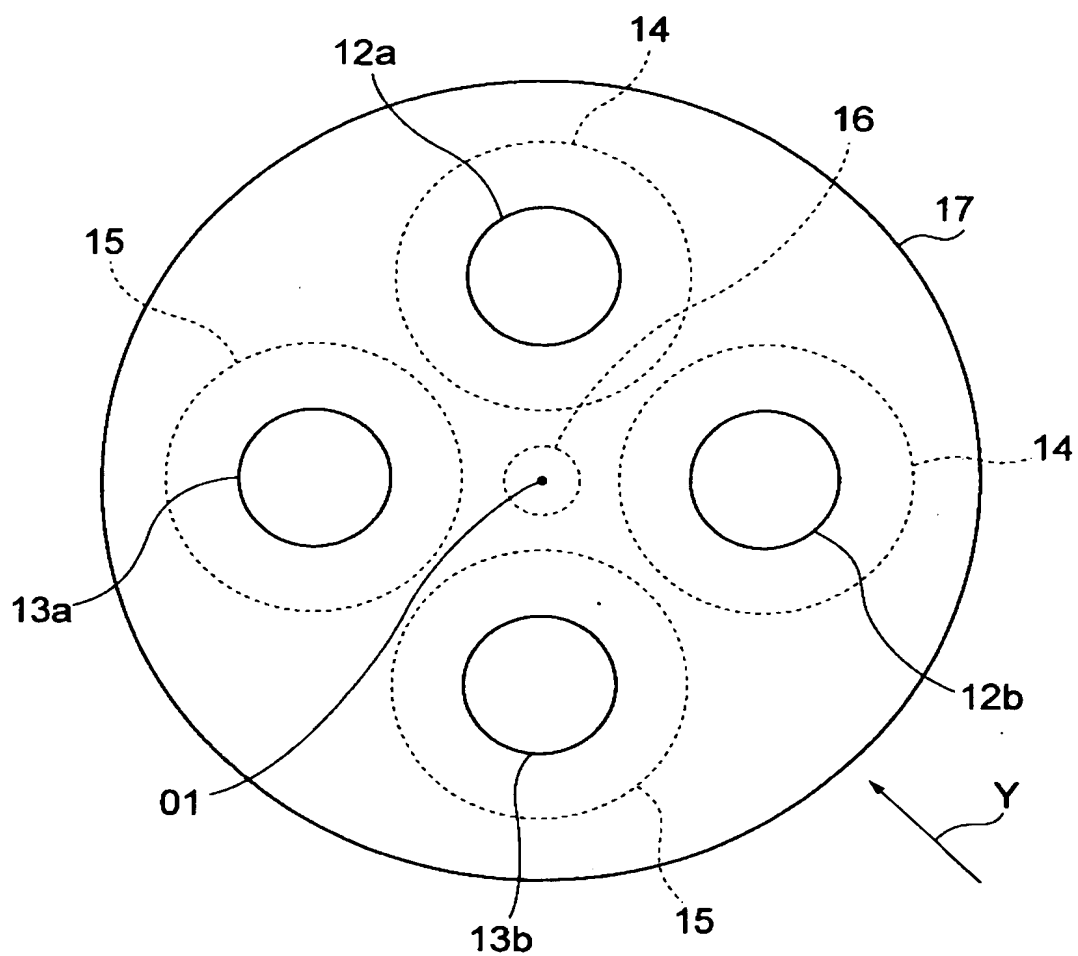
【図 3】



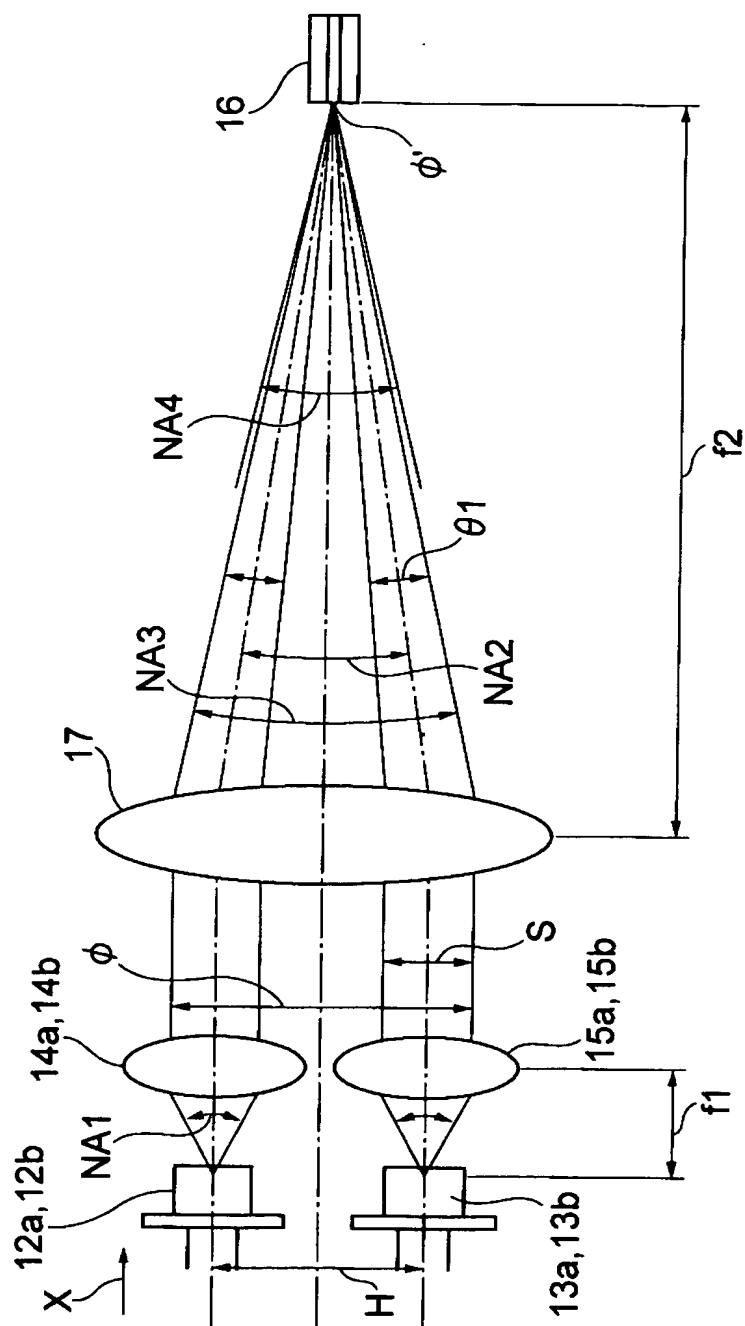
【図 4】



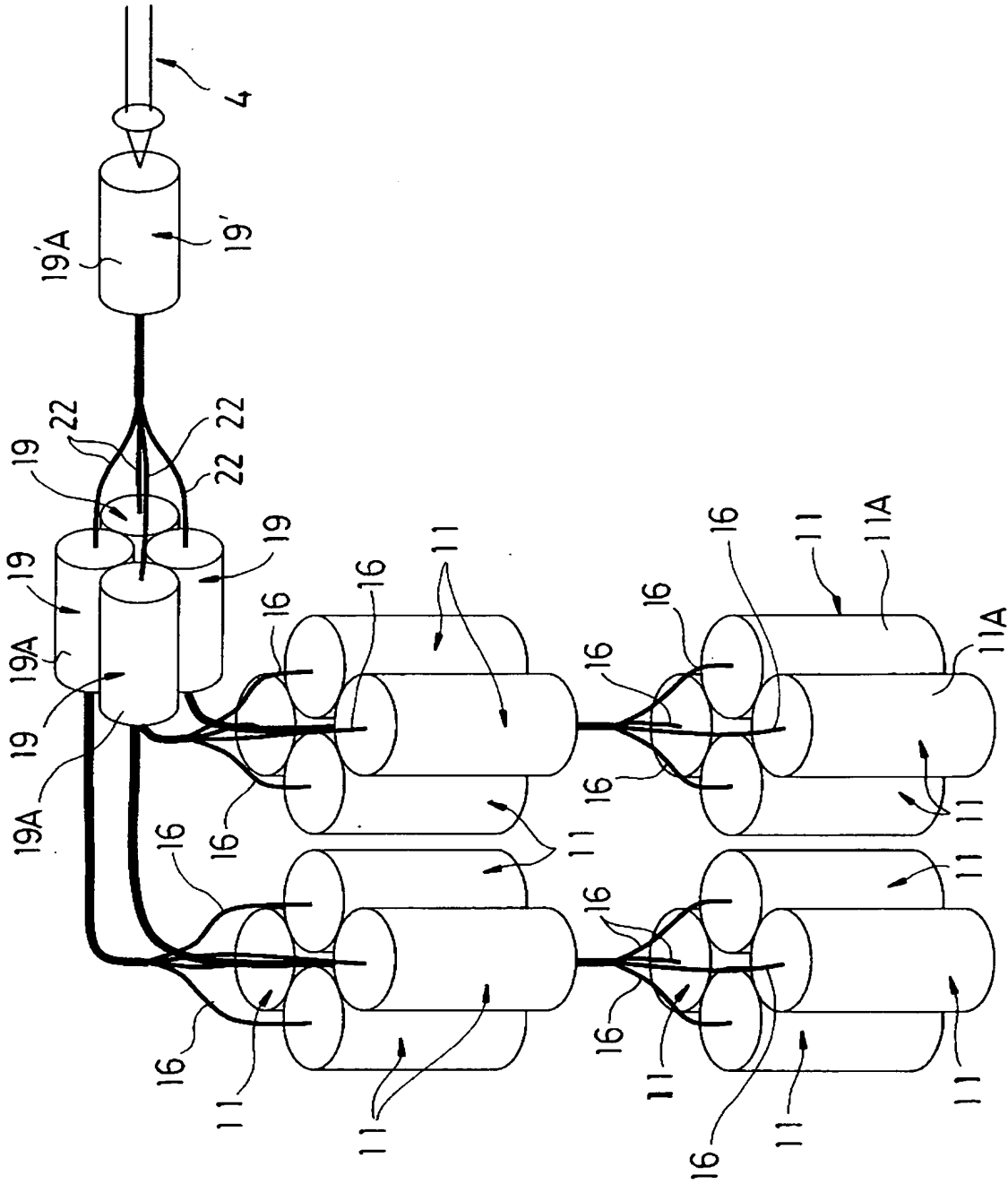
【図 5】



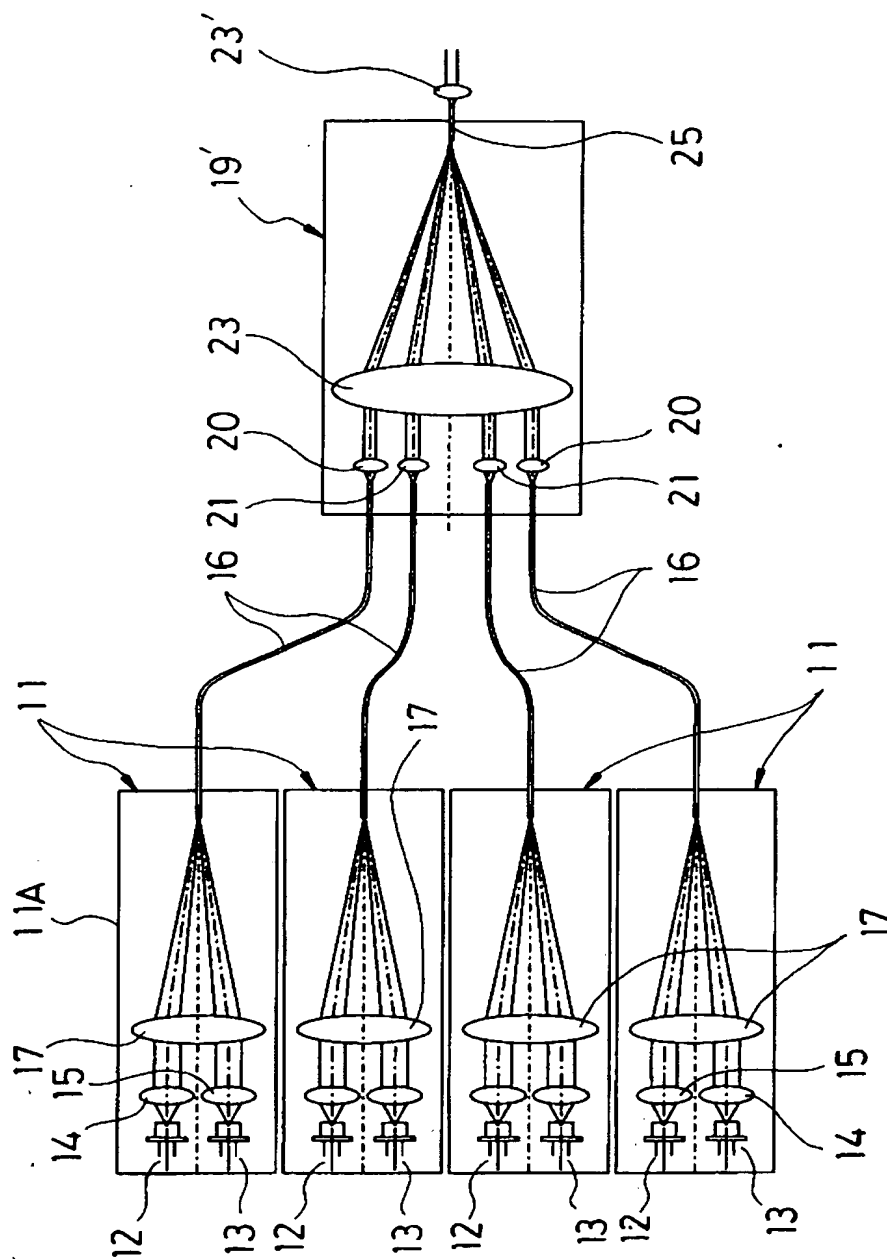
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 短波長でかつ出力パワーの小さい半導体レーザを用いて所望のパワーを得ることのできるレーザー光源装置を提供する。

【解決手段】 本発明のレーザ光源装置 2 は、一の半導体レーザ 12 から出射されたレーザ光を集光する一の集光レンズ 14 と、他の半導体レーザ 13 から出射されたレーザ光を集光する他の集光レンズ 15 と、一の集光レンズにより集光されたレーザ光と他の集光レンズにより集光されたレーザ光とを 1 個の導光手段 16 の入射端面 16 a に集束入射させる集束レンズ 17 とから光源ユニット 11 が構成されている。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 2 7 6 8 7 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 2 0 3 4 3]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号

氏 名

株式会社トプコン